

CFO 410 VS / mag
Sato
09/841,630

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application: 2001年 6月 1日

出 願 番 号

Application Number: 特願2001-166243

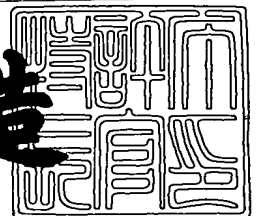
出 願 人

Applicant(s): キヤノン株式会社

2001年 6月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3060229

【書類名】 特許願
 【整理番号】 4486003
 【提出日】 平成13年 6月 1日
 【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G02B 5/18

G02B 3/00

G02B 27/42

G02B 13/04

【発明の名称】 回折光学素子、該回折光学素子を有する光学系及び光学機器、回折光学素子の製造方法、回折光学素子製造用の金型

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 キヤノン株式会社内

【氏名】 佐藤 英樹

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100105289

【弁理士】

【氏名又は名称】 長尾 達也

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-170942

【出願日】 平成12年 6月 7日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038379

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703875

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回折光学素子、該回折光学素子を有する光学系及び光学機器、
回折光学素子の製造方法、回折光学素子製造用の金型

【特許請求の範囲】

【請求項 1】位相型の回折格子を備えた第 1 の回折光学部と、該第 1 の回折光学部とは異なる材料より成る位相型の回折格子を備えた第 2 の回折光学部を有する回折光学素子であって、

前記第 1 の回折光学部と前記第 2 の回折光学部の光学有効領域は、空気層を隔てて近接配置され、これらの回折光学部の各々はその光学有効領域に互いを位置合わせするためのマークを有することを特徴とする回折光学素子。

【請求項 2】前記第 1 の回折光学部と前記第 2 の回折光学部の各々が有する回折格子は、同心円状に形成された回折格子であって、前記マークの投影面積は中心から数えた第 1 番目の回折格子領域の投影面積に比して 0.1 % 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の回折光学素子。

【請求項 3】前記マークが前記回折光学素子の光学性能に与える影響は、前記回折光学素子の作成時の光学性能の低下より小さいことを特徴とする請求項 2 に記載の回折光学素子。

【請求項 4】前記第 1 の回折光学部と前記第 2 の回折光学部の各々が有する回折格子は、異なる材料より成ることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の回折光学素子。

【請求項 5】前記マークの深さは、前記第 1 の回折光学部と前記第 2 の回折光学部の各々が有する回折格子の深さに比して 10 % 以下であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の回折光学素子。

【請求項 6】請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の回折光学素子を有することを特徴とする光学系。

【請求項 7】請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の回折光学素子を有することを特徴とする光学機器。

【請求項 8】回折光学素子の製造方法であって、
位相型の回折格子を備えた第 1 の回折光学部を成型するステップと、

位相型の回折格子を備えた第2の回折光学部を成型するステップと、

前記第1の回折光学部と第2の回折光学部の各々の光学有効領域にあるマークを観察しながら前記第1の回折光学部と第2の回折光学部を位置合わせするステップと、

前記第1の回折光学部と前記第2の回折光学部を空気層を隔てて固定するステップと、

を有することを特徴とする回折光学素子の製造方法。

【請求項9】回折光学素子製造用の金型であって、

位相型の回折格子を成型するための第1の領域と、

前記回折格子を他の部材と位置合わせするマークを成型するための前記第1の領域内に設けられた第2の領域と

を有することを特徴とする回折光学素子製造用の金型。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は回折光学素子、該回折光学素子を有する光学系及び光学機器、回折光学素子の製造方法、回折光学素子製造用の金型に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、屈折光学系においては、分散の異なる硝材を組み合わせることにより色収差を減じる方法が用いられてきた。

それに対し、レンズ面あるいは光学系の一部分に回折作用を持つ回折光学素子を設け、色収差を減じる方法が SPIE Vol. 1354 International Lens Design Conference (1990) 等の文献や特開平4-213421号公報（米国特許第5,044,706号明細書）、特開平6-324262号公報（米国特許第5,790,321号明細書）等で開示されている。

これらは、光学系中に配置された屈折部と回折部では、色収差が逆方向に現れる現象を利用して色収差を補正している。またこのような回折光学素子は、周期

性を持った位相型回折格子で構成されているが、周期的構造の周期を変化させることで非球面レンズ的な効果をもたせることもでき、収差の低減に大きな効果がある。

【0003】

上記の位相型回折格子を有した回折光学素子は、媒質の屈折率と表面のプロファイルによって光学的に作用する従来のレンズとは異なり、回折格子の周期性によって発生する回折現象で入射光を収れんさせたり発散させたりするレンズと同様の作用を行うものである。このような回折光学素子が有する回折格子の形状は、一点を中心とした同心円状になっており、中心点に最も近い回折格子を第1輪帯と呼び、以降第2輪帯、第3輪帯、…などと呼んでいる。

【0004】

また、このような回折光学素子は、樹脂成形用金型を用いたインジェクション成形、エッチング加工、レーザ加工等によって作製することができる。特に、量産時において有利である点から、一般的にはインジェクション法が採用されている。このインジェクション法に使用される金型の加工は、ダイヤモンドバイトを使用した切削、いわゆるダイヤモンドターニングが広く用いられている。

この方法により作製された回折光学素子をレンズホルダーに装着する際の位置合わせについて、特開平10-274705号公報に提示されている。

【0005】

レンズに代えて用いられる回折光学素子は、使用波長領域全域の光束が特定次数（以後、設計次数とも表記）に集中するように格子構造が決定されており、それに加え設計次数のある波長で回折効率が高くなるように設計されている（以後、設計波長とも表記）。

図9に示すような回折光学素子を、ある面に形成した場合の特定回折次数における回折効率を図10に示す。

このように回折格子が1層のみで構成された回折光学素子を用いた場合には設計波長で最も回折効率が高くなり、それ以外の波長では、徐々に低くなっていく。1層の回折格子によるこの回折効率の低下分は、他の次数の回折光となり、像面上のフレアの要因となる。また、回折光学素子を複数枚使用した場合には特に

、設計波長以外の波長での回折効率の低下は透過率の低下にもつながる。

【0006】

この回折効率の低下を減少させることのできる構成が、特開平11-223717号公報で提示されている。これによれば、少なくとも2層以上の回折格子を積層した構造の回折光学素子によって、高い回折効率を使用波長域全域で維持している。また、これによりフレア等も有効に抑制している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

このような積層型の回折光学素子を製造する際には、各層の回折格子の位置合わせが重要な問題となる。各層の回折格子が正確に位置合わせされていないと、広い波長帯域に亘って高い回折効率を実現可能な折角の積層構造であるにも関わらず、却って回折効率が低下することになるからである。

2つの回折格子の位置合わせの方法について、例えば特開2000-114143号には、2つの回折格子の光学有効部の中央付近にそれぞれ凹部と凸部を設け、嵌合させることで位置決めを行なう構成が開示されている。

しかしながら、上記公報に開示された手法を2つの回折格子が空気層を隔てて配置される回折光学素子に対して採用する場合には、位置決め用の凸部がその空気層の分だけ長くなるために以下に示すような問題が存在する。すなわち、光学性能に影響を与えないように凸部を細くすると強度的な不安が生じることとなり、その一方で、強度的に問題がないように凸部を太くすると光学性能への影響が懸念されることとなる。

【0008】

そこで、本発明は、上記従来技術の課題を解決し、複数の回折格子が空気層を隔てて配置される積層型の回折光学素子を製造する際に、高精度に位置合わせを行なうことが可能な回折光学素子、該回折光学素子を有する光学系及び光学機器、回折光学素子の製造方法、回折光学素子製造用の金型を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を達成するため、つぎの(1)～(9)のように構成した回折光学素子、該回折光学素子を有する光学系及び光学機器、回折光学素子の製造方法、回折光学素子製造用の金型を提供するものである。

(1) 位相型の回折格子を備えた第1の回折光学部と、該第1の回折光学部とは異なる材料より成る位相型の回折格子を備えた第2の回折光学部を有する回折光学素子であって、

前記第1の回折光学部と前記第2の回折光学部の光学有効領域は、空気層を隔てて近接配置され、これらの回折光学部の各々はその光学有効領域に互いを位置合わせするためのマークを有することを特徴とする回折光学素子。

(2) 前記第1の回折光学部と前記第2の回折光学部の各々が有する回折格子は、同心円状に形成された回折格子であって、前記マークの投影面積は中心から数えた第1番目の回折格子領域の投影面積に比して0.1%以下であることを特徴とする上記(1)に記載の回折光学素子。

(3) 前記マークが前記回折光学素子の光学性能に与える影響は、前記回折光学素子の作成時の光学性能の低下より小さいことを特徴とする上記(2)に記載の回折光学素子。

(4) 前記第1の回折光学部と前記第2の回折光学部の各々が有する回折格子は、異なる材料より成ることを特徴とする上記(1)～(3)のいずれかに記載の回折光学素子。

(5) 前記マークの深さは、前記第1の回折光学部と前記第2の回折光学部の各々が有する回折格子の深さに比して10%以下であることを特徴とする上記(1)～(4)のいずれかに記載の回折光学素子。

(6) 上記(1)～(5)のいずれかに記載の回折光学素子を有することを特徴とする光学系。

(7) 上記(1)～(5)のいずれかに記載の回折光学素子を有することを特徴とする光学機器。

(8) 回折光学素子の製造方法であって、
位相型の回折格子を備えた第1の回折光学部を成型するステップと、
位相型の回折格子を備えた第2の回折光学部を成型するステップと、

前記第 1 の回折光学部と第 2 の回折光学部の各々の光学有効領域にあるマークを観察しながら前記第 1 の回折光学部と第 2 の回折光学部を位置合わせするステップと、

前記第 1 の回折光学部と前記第 2 の回折光学部を空気層を隔てて固定するステップと、

を有することを特徴とする回折光学素子の製造方法。

(9) 回折光学素子製造用の金型であって、

位相型の回折格子を成型するための第 1 の領域と、

前記回折格子を他の部材と位置合わせするマークを成型するための前記第 1 の領域内に設けられた第 2 の領域と

を有することを特徴とする回折光学素子製造用の金型。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

上記した構成の回折光学素子によれば、複数の回折格子間の位置合わせ誤差に起因したフレアの発生を抑えることができるので、結果的に、広い波長帯域で高い回折効率を達成することができる。

【 0 0 1 1 】

【実施例】

以下に、本発明の実施例について、説明する。

【 0 0 1 2 】

図 1 は本実施例に用いた回折光学素子 1 の正面図である。

図 2 は、図 1 の回折光学素子を、A-A' 断面で切断した際の断面形状を示す図であり、理解を助けるために、実際よりも回折格子の深さ方向に誇張して描いている。図 2 において、2 は第 1 層の回折光学部を構成する同心円状の位相型回折格子、3 は第 2 層の回折光学部を構成する同心円状の位相型回折格子であり、これら第 1 層、第 2 層の回折光学部の光学有効領域である光軸近傍にレジマーク 5 が設けられている。レジマーク 5 は、積層構造の回折光学素子 1 を作製する際に、位置合わせを高精度に行うために使用される。

【 0 0 1 3 】

本実施形態の回折光学素子 1 は、第 1 層の回折光学部 2、第 2 層の回折光学部 3、第 1 層と第 2 層の回折光学部を所定距離隔てる空気層 4 を有する構造となっている。また、第 1 層の回折光学部 2 と第 2 層の回折光学部 3 は分散の異なる材質からなり、空気層 4 を含んだ全層を通して 1 つの回折光学素子として作用する。

【 0 0 1 4 】

回折光学素子 1 の各層の回折光学部が有する輪帯状の回折格子について説明する。

輪帯状の回折格子を表す位相関数 $\phi(r)$ は、一般的に以下で表される。

$$\phi(r) = \frac{2\pi}{\lambda_0} \cdot F(r) \quad (1)$$

$$F(r) = \sum (C_i \cdot r^{2i}) \\ = C_1 \cdot r^2 + C_2 \cdot r^4 + C_3 \cdot r^6 + C_4 \cdot r^8 + C_5 \cdot r^{10} + \dots \quad (2)$$

ただし、 r は中心（輪帯中心）からの距離である。

位相差として 2π を与える構造が 1 周期となり、ピッチを P とすれば、

$$\frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\partial F(r)}{\partial r} \cdot P = 2\pi \quad (3)$$

より

$$P = \frac{\lambda}{\frac{\partial F(r)}{\partial r}} \quad (4)$$

となる。

【 0 0 1 5 】

本実施例においては、各層の回折光学部にレジマーク 5 を設けている。図 2 においては、レジマーク 5 の大きさを誇張して描いているが、実際には、中心から数えて 1 番目の回折格子領域（第 1 輪帯）の正面投影面積の 0.1% 以下の大きさで作製されている。回折格子の回折効率、設計波長において計算上 100% とすることが可能であるが、実際には格子の作製精度によって、5～10% 効率が低下する。

したがって、レジマーク 5 に入射した光線は、散乱光となって回折効率を減少させる原因となるが、これによる回折効率の減少は、作製精度による回折効率の低下に比して許容誤差の範囲内といえる。このように各層の回折光学部の光学有効領域に互いを位置合わせをするためのレジマーク 5 を設けることによって、積層構造の回折光学素子を高精度に製造することができ、レジマーク 5 が光学的性能に与える影響も少なくすることができる。

【0016】

次に上述の回折光学素子 1 を作製するための金型の切削方法について説明する。

以下の説明では紙面左右方向を x 方向、紙面上下方向を y 方向（上側が + 方向）として記述する。図 3（A）は凹レンズタイプの回折格子（図 2 の第 1 層の回折光学部 2 に相当）を作製するための金型 6 の図である。この金型 6 は光軸に相当する位置を中心として回転され、ダイヤモンドバイト 9 により切削が行われる。

図 3（A）に示すように、凹レンズタイプの回折格子用の金型 6 の加工はダイヤモンドバイト 9 を x 方向外側（周辺側）から内側（中心側）に向かって移動して切削する。最も中心側の第 1 輪帯を切削する際には、8 で示したレジマーク用の加工をするためにダイヤモンドバイト 9 を y 軸マイナス方向に移動させる。そのとき y 方向の切削面は精度よく切削が行われ、x 方向の切削面は、ダイヤモンドバイト 9 の刃先の角度がそのまま転写される。

【0017】

ここでは、レジマーク用の型領域の加工深さは、回折格子の深さ（高さ）に対して 10% 以下となるように形成されている。具体的には、レジマーク用の型領域 8 の大きさは、半径 $15\ \mu\text{m}$ 、深さ $1\ \mu\text{m}$ で形成している。このとき図 3（A）に示すレジマーク用の型領域 8 の傾斜部の傾き θ は 4° 程度になる。

レジマーク 5 の大きさが第 1 輪帯の面積に比べて 0.1% 程度と小さいことを考慮すれば、レジマーク 5 の斜面が 4° 傾くことによる光線の散乱光が光学性能に与える影響は非常に小さいと言える。

このようにして金型 6 を加工し、さらに紫外線硬化樹脂を用いて図 4 のように

凹レンズタイプの回折格子（第 1 層の回折光学部 2）を作製する。

【 0 0 1 8 】

図 3（B）は凸レンズタイプの回折格子（図 2 の第 2 層の回折光学部 3 に相当）を作製するための金型 7 の図である。金型 7 を作成する際も光軸に相当する位置を中心として回転しながら切削する点は金型 6 の作成時と同じであるが、x 方向内側（中心側）から外側（周辺側）に向かって矢印で示したように切削を行う点が異なっている。そして第 1 輪帯を切削する際、レジマーク用の加工し、型領域 8 を設けるためにダイヤモンドバイト 9 を y 軸プラス方向に移動させる。このときも y 方向の切削面は精度よく切削が行われ、x 方向の切削面は、ダイヤモンドバイト 9 の刃先の角度がそのまま転写される。レジマーク用の型領域の加工深さも、金型 6 と同様に回折格子に対して 1 0 % 以下となるように形成している。このようにして加工した金型 7 を用いて第 1 層の回折光学部 2 とは異なる紫外線硬化樹脂で図 5 のように凸レンズタイプの回折格子（第 2 層の回折光学部 3）を作製する。

【 0 0 1 9 】

そして、このようにして作製した各々の回折光学部は、レジマーク 5 を顕微鏡などの拡大装置で確認しながら所定の空気層 4 を隔てて固定が行われる。2 つの回折光学部の固定は各々の回折光学部の光学有効領域の外縁に設けた不図示の接合部を接着剤等によって張り合わせれば良い。

図 6 に 2 つの回折光学部 2，3 を重ねた際にレジマーク 5 を顕微鏡等の拡大装置で観察した際の様子を示す。太線で示した場所がレジマーク 5 のエッジ部分であり、この位置を合わせることで、積層回折光学素子を精度よく作製することができる。

次に積層型回折光学素子 1 を用いた光学系の実施例について、図 7 を用いて説明する。

図 7 はカメラ等の撮影光学系の断面を示したものである。図中、1 0 は撮影光学系で、光学系の明るさを決める絞り 1 1 と回折光学素子 1 を備える。1 2 は結像面であり、銀塩フィルムや CCD 等の光電変換素子が配置される。

回折光学素子 1 は回折効率の波長依存性及び不要回折光の発生が改善されている

ので、本実施例のような撮影光学系に用いることで、フレアが少なく解像力の高い高性能な撮影光学系が得られる。

図 7 では前玉レンズに回折光学素子を用いているが、これに限定されるものではなく、前玉以外の他のレンズや複数のレンズに設けても良い。また、本実施例ではカメラの撮影レンズに適用した場合を示したが、これに限定されるものではなく、ビデオカメラの撮影光学系、事務機のイメージスキャナーや、デジタル複写機のリーダーレンズなど広波長域で使用される結像光学系に使用しても同様の効果が得られる。

次に前述の光学系を光学機器に適用した実施例を図 8 を用いて説明する。

図 8 は一眼レフカメラの要部概略図である。図 8 において、20 は前述の撮影光学系 10 を有する交換レンズである。撮影光学系 10 は保持部材である鏡筒 21 に保持されている。30 はカメラ本体であり、撮影レンズ 20 からの光束を上方に反射するクイックリターンミラー 31、撮影レンズ 20 の像形成位置に配置された焦点板 32、焦点板 32 に形成された逆像を正立像に変換するペンタダハプリズム 33、その正立像を観察するための接眼光学系 34 等によって構成されている。35 はフィルム面である。撮影時にはクイックリターンミラー 31 が光路から退避すると共に、不図示のシャッター幕が開き、フィルム面 35 上に撮影レンズ 20 によって像が形成される。

今までに説明してきた本発明の回折光学素子、それを用いた光学系によって得られる利益は、本実施形態に開示したような光学機器において効果的に享受される。

【0020】

以上のように光学的に影響の少ないレジマークを回折光学部の光学有効領域に設けることによって、高精度に位置合せされた積層構造の回折光学素子を作製することができ、フレアの発生を抑えた回折効率の高い回折光学素子を作製することができる。

【0021】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明によれば、複数の回折格子が空気層を隔てて配

置される積層型の回折光学素子を製造する際に、高精度に位置合わせを行なうことが可能な回折光学素子、該回折光学素子を有する光学系及び光学機器、回折光学素子の製造方法、回折光学素子製造用の金型を提供することができる。

また、本発明の回折光学素子によれば、複数の回折格子間の位置合わせ誤差に起因したフレアの発生を抑えることができるので、結果的に、広い波長帯域で高い回折効率を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施例における積層型回折光学素子の正面図である。

【図 2】

本発明の実施例における積層型回折光学素子の中央部の要部拡大断面図である。

【図 3】

本発明の実施例における回折格子成型用の金型の切削方法を説明するための図である。

【図 4】

本発明の実施例における金型による凹レンズタイプの回折格子の成型の様子を示す図である。

【図 5】

本発明の実施例における金型による凸レンズタイプの回折格子の成型の様子を示す図である。

【図 6】

本発明の実施例におけるレジマークを用いた 2 つの回折光学部の位置合わせの様子の説明図である。

【図 7】

本発明の実施例における撮影光学系の概略構成図である。

【図 8】

本発明の実施例における一眼レフカメラの概略構成図である。

【図 9】

従来例の回折光学素子の構成を示す図である。

【図 1 0】

図 9 に示した回折光学素子の回折効率を示す図である。

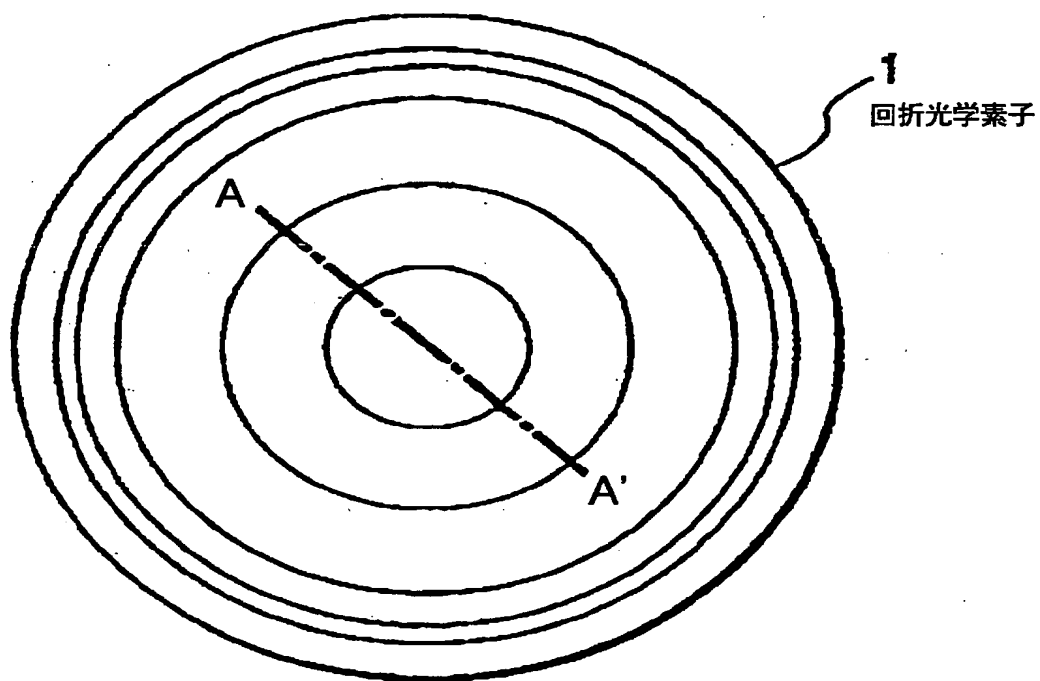
【符号の説明】

-
- 1 : 回折光学素子
 - 2 : 第 1 層の回折光学部
 - 3 : 第 2 層の回折光学部
 - 4 : 空気層
 - 5 : レジマーク
 - 6 : 金型
 - 7 : 金型
 - 8 : レジマーク用の型領域
 - 9 : ダイヤモンドバイト
 - 1 0 : 撮影光学系
 - 1 1 : 絞り
 - 1 2 : 結像面
 - 2 0 : 交換レンズ
 - 2 1 : 鏡筒
 - 3 0 : カメラ本体
 - 3 1 : クイックリターンミラー
 - 3 2 : 焦点板
 - 3 3 : ペンタダハプリズム
 - 3 4 : 接眼光学系
 - 3 5 : フィルム面
-

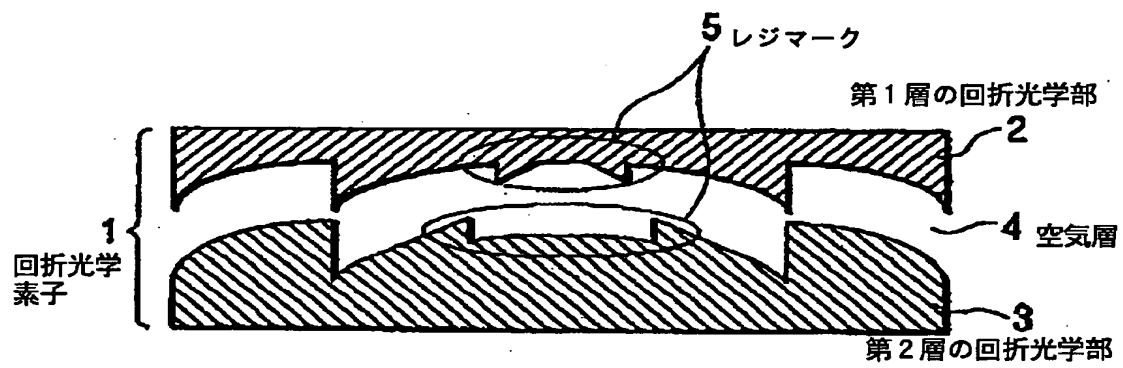
【書類名】

図面

【図 1】

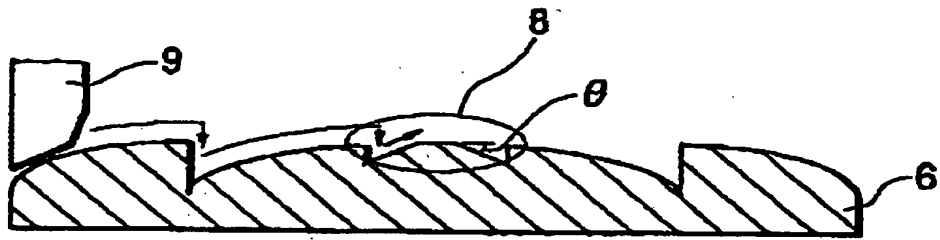


【図 2】

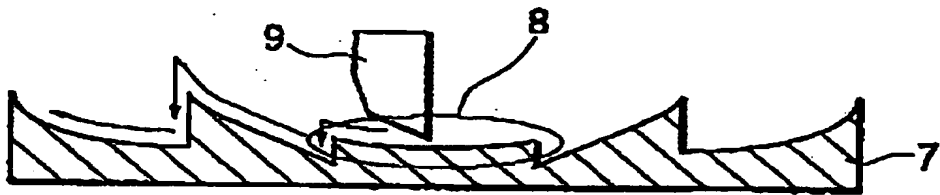


【図 3】

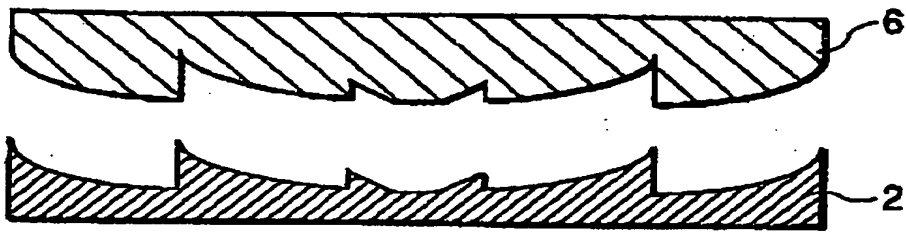
(A)



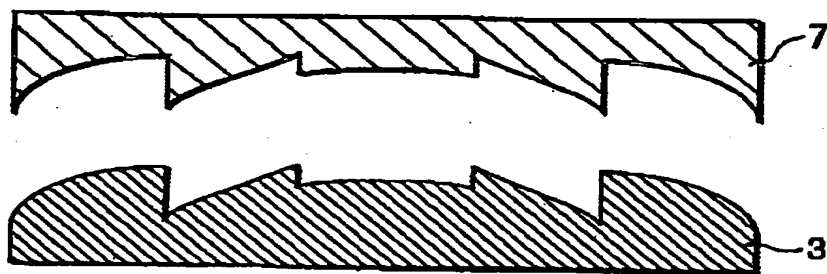
(B)



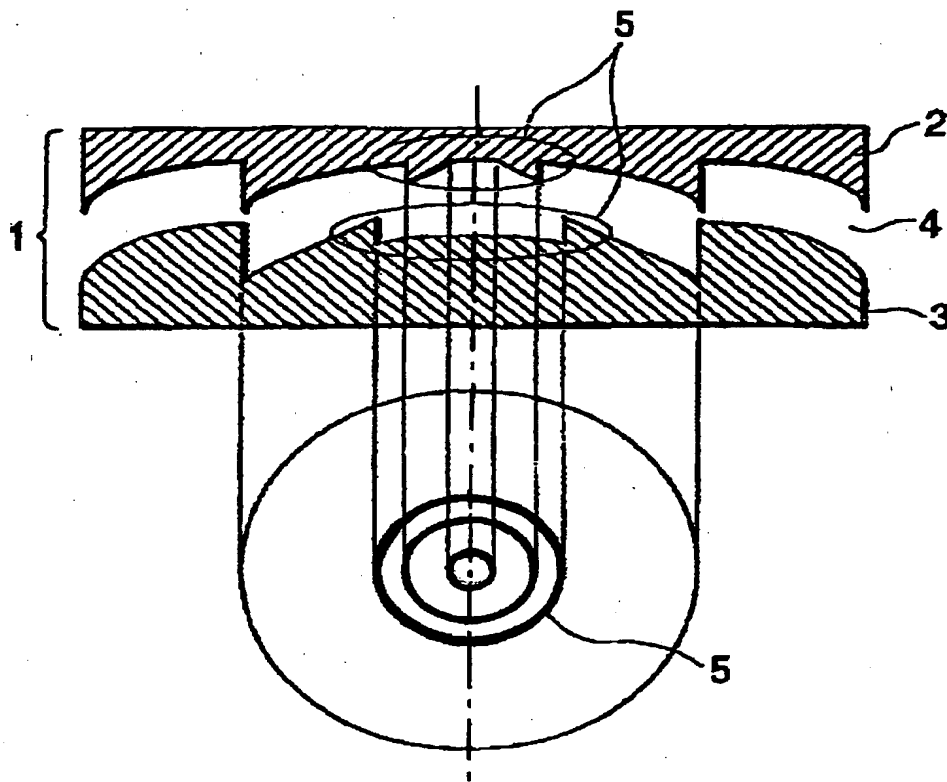
【図4】



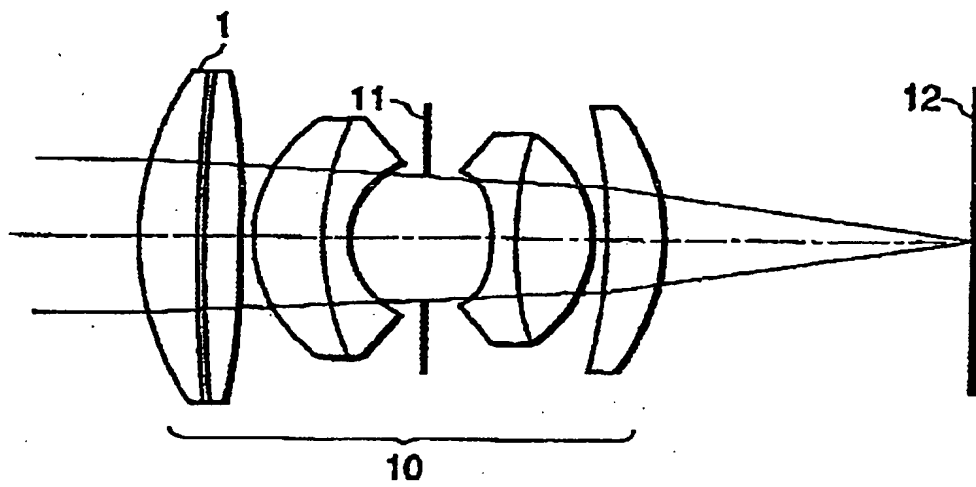
【図 5】



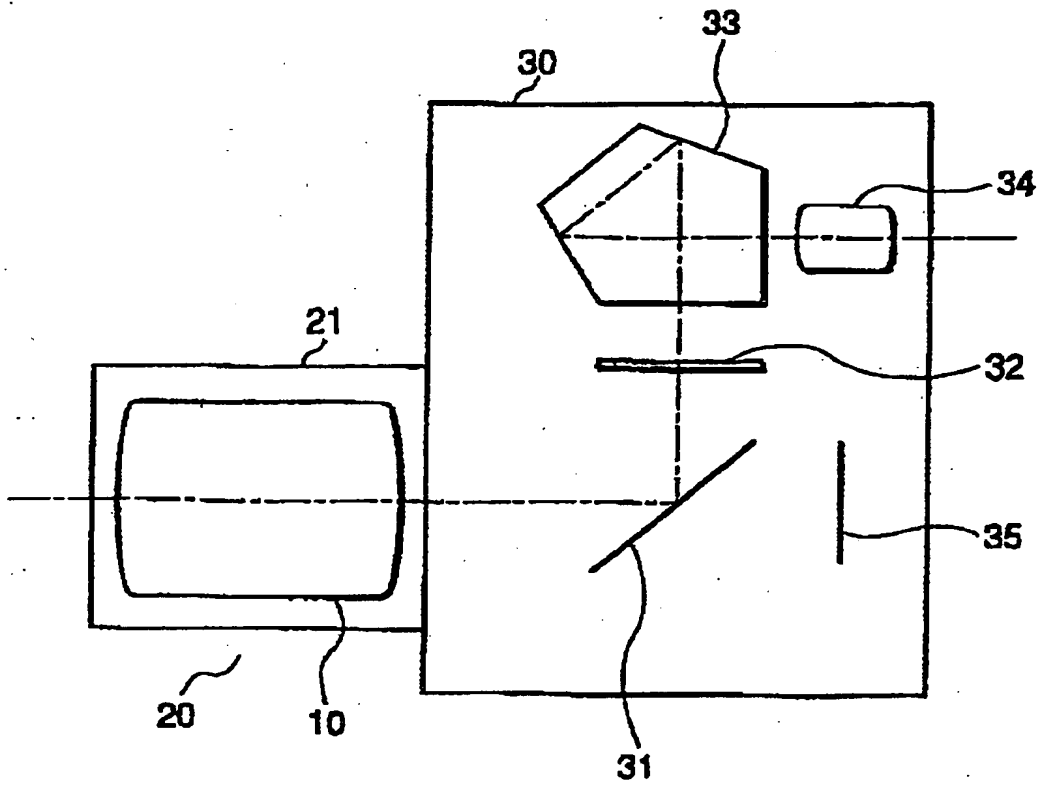
【図 6】



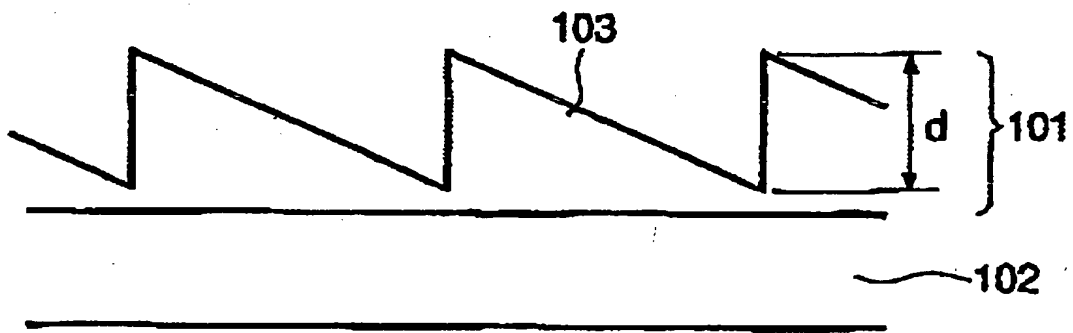
【図 7】



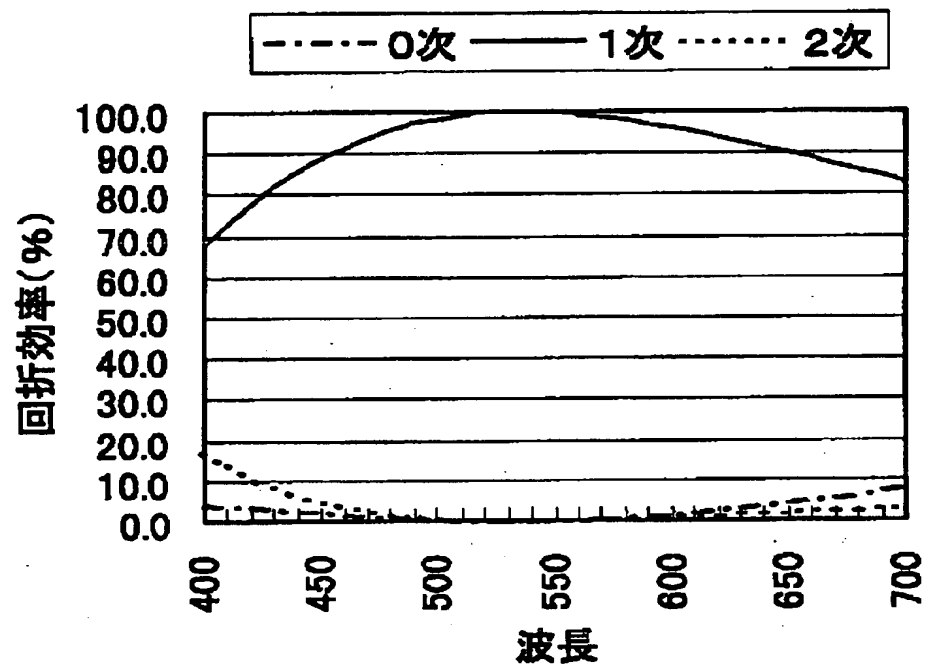
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】複数の回折格子が空気層を隔てて配置される積層型の回折光学素子を製造する際に、高精度に位置合わせを行なうことが可能な回折光学素子、該回折光学素子を有する光学系及び光学機器、回折光学素子の製造方法、回折光学素子製造用の金型を提供する。

【解決手段】位相型の回折格子を備えた第1の回折光学部2と、第1の回折光学部2とは異なる材料より成る位相型の回折格子を備えた第2の回折光学部3を有する回折光学素子1であって、第1の回折光学部2と第2の回折光学部3の光学有効領域は、空気層4を隔てて近接配置され、これらの回折光学部の各々はその光学有効領域に互いを位置合わせするためのレジマーク5を有する構成とする。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-166243
受付番号	50100793071
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成13年 6月 6日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000001007
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】	キャノン株式会社

【代理人】

【識別番号】	100105289
【住所又は居所】	東京都港区高輪1丁目5番33号 高輪パークマ ンション708号室 長尾特許事務所
【氏名又は名称】	長尾 達也

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社